

## APLICAÇÃO DE MÉTODO DE PREVISÃO DE DEMANDA: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE SISTEMAS DE AQUECIMENTO DE ÁGUA

SOUZA, Wiliam Santos<sup>1</sup>; PEREIRA, Gustavo Alves<sup>2</sup>; COSTA, Ana Carolina Salmeiro<sup>3</sup>;  
JESUS, Willyans Santos<sup>4</sup>; FRANÇA, Erica Lima Barros<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Sergipe, wiliam\_s.s@hotmail.com

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Sergipe, gustavoavs23@gmail.com

<sup>3</sup> Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Sergipe, salmeiro\_12@hotmail.com

<sup>4</sup> Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Sergipe, will.prod@yahoo.com

<sup>5</sup> Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Sergipe, ericalfranca@hotmail.com

**Resumo:** Diante de uma nova conjuntura mundial, onde a competitividade é cada vez maior, as companhias veem-se obrigadas a buscar constantemente a redução dos seus custos, visando manter-se viva no mercado globalizado. Nesse cenário, as empresas voltam suas atenções à utilização de ferramentas gerenciais que facilitem e diminuam os riscos na tomada de decisão, dentre as quais os métodos de previsão de demanda ganham destaque. Com isso, este trabalho tem como objetivo apresentar um novo método utilizado para elaborar estimativas de necessidades de produção. Para tanto, foi desenvolvido um estudo de caso em uma empresa de sistemas de aquecimento de água, onde foram coletados dados referentes às demandas num período de 12 meses e analisado o seu comportamento.

**Palavras-chave:** Método de previsão de demanda, Competitividade.

## DEMAND FORECASTING METHOD APPLICATION: A CASE STUDY IN A COMPANY OF WATER HEATING SYSTEMS

**Abstract:** Given the fact of a new world scenario, where competitiveness is increasing, companies are forced to constantly seek to reduce their costs in order to stay alive in the globalized market. In this scenario, companies turn their attention to the use of management tools that facilitate and reduce the risks in decision making, which methods of demand forecasting are highlighted. So, this paper aims to present a new method to elaborate predictions of production needs. For that, a case study was developed in a company of water heating systems, where demands data were collected in a period of 12 months and its behavior was analyzed.

**Keywords:** Methods of demand forecasting, Competitiveness..

## **1 Introdução**

Diante do atual mercado, competitivo e globalizado, até pequenas margens de diferenciação de lucro, qualidade, não desperdício, entre as empresas resultam em um diferencial perante tal crescente concorrência. Para conseguir esse diferencial entre os concorrentes, e assim atingir as margens, é preciso inovar e tornar eficiente os processos. Portanto, planejar e controlar os processos de produção, inserindo melhorias, prevendo demanda, entre outras, é um dos diferenciais que podem fazer com que as margens resultem num diferencial entre as concorrentes.

Para se ter um bom planejamento e controle da produção, primeiramente, é preciso conhecer os métodos de previsão de demanda, pois os planejamentos e planos de produção são dependentes dele.

De acordo com Martins e Laugeni (2005), a previsão é um processo onde se determina dados futuros a partir de modelos estatísticos, matemáticos ou econométricos.

Segundo Moreira (2014), a previsão de demanda é quem dá início ao processo de tomada de decisões de uma empresa e pode ser considerada definida como uma busca de informações a respeito das vendas futuras de um determinado item ou grupo de itens.

Existem dois métodos de previsão de demanda, o qualitativo e quantitativo. Segundo Pellegrini (2000), os métodos quantitativos demandam a construção de modelos matemáticos a partir dos dados que descrevem a variação da demanda ao longo do tempo. Já o método qualitativo, segundo Goodwin (2002), utiliza a opinião de especialistas de processo para determinar a demanda futura.

Com isso, este artigo tem como objetivo propor um novo método de previsão de demanda para a empresa, onde para comprovar que ele é o melhor método será comparado o método proposto com o modelo de previsão de demanda utilizado atualmente pela empresa.

Este trabalho apresenta uma proposta de melhoria de qual método de previsão de demanda se adéqua mais a empresa pelo fato do trabalho ter sido feito até o Passo 3 (Construção do método de previsão) da metodologia de passos fundamentais que compõe com processo de previsão da demanda abordada por Fernandes e Godinho (2010). Pois para implantar e observar na empresa se houveram mesmo as melhoras, seria preciso elaborar os Passos 4 e 5.

## **2 Referencial Teórico**

Os métodos de Planejamento e Controle de produção, PCP, tem como etapa inicial a previsão demanda, pois ele é importante para definir o Plano Agregado de Produção, PAP,

onde, a partir dessa demanda prevista, é feito um plano para o número de funcionários e os níveis de produção. A previsão de demanda também é importante para as demais metodologias de PCP, tais como: Plano Mestre de Produção (PMP), Planejamento das Necessidades de Materiais, em inglês, MRP.

Com isso, será abordada abaixo a etapa inicial para os métodos de Planejamento e Controle de Produção, a previsão de demanda.

## 2.1 Previsão de demanda

De acordo com Martins e Laugeni (2005), a previsão é um processo onde se determina dados futuros a partir de modelos estatísticos, matemáticos ou econométricos.

As previsões possuem uma importante função na organização, pois permitem que os gestores das empresas antevejam o futuro e assim planejem adequadamente suas ações (TUBINO, 2008).

De acordo com Slack *et al.* (2007), sem as previsões, as empresas não poderiam ter acesso a informações importantes, capazes de auxiliar na realização de um planejamento adequado para futuros eventos inesperados, podendo, apenas, reagir a estes acontecimentos.

A qualidade de uma previsão de demanda está ligada com a capacidade do método selecionado de estimar corretamente valores futuros (MAKRIDAKIS *et al.*, 1998). Para conseguir previsões consistentes é preciso o emprego de um processo formal para a sua elaboração (ELIKAI *et al.*, 1999).

O Quadro 1 abaixo apresenta os métodos de previsão de demanda, segundo Moreira (2011).

Quadro 1 – Métodos e tipos de previsão de demanda

Métodos	Tipos
<b>Qualitativos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Opinião dos executivos;</li> <li>- Opinião da força de vendas;</li> <li>- Pesquisa com consumidores;</li> <li>- Método Delphi.</li> </ul>
<b>Quantitativos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Regressão Simples;</li> <li>- Regressão Múltipla;</li> <li>- Média Móvel;</li> <li>- Média Móvel Ponderada;</li> <li>- Média Exponencialmente ponderada de 1ª Ordem;</li> <li>- Média Exponencialmente ponderada de 2ª Ordem;</li> <li>- Método de decomposição baseado em sazonalidade e permanência;</li> <li>- Método de decomposição baseado em tendência e sazonalidade.</li> </ul>

Fonte: Moreira (2011) adaptado

Como pode ser visto no Quadro 1, existem dois métodos de previsão de demanda, o qualitativo e quantitativo.

Métodos quantitativos, ou objetivos, são métodos bem estruturados, e podem ser reaplicados por outros analistas, sendo que as previsões obtidas pela reaplicação são idênticas aos originais (LEMOS, 2006).

Segundo Pellegrini (2000), os métodos quantitativos demandam a construção de modelos matemáticos a partir dos dados que descrevem a variação da demanda ao longo do tempo. O grupo de dados falado acima é denominado série temporal.

Os dados que descrevem a variação de demanda, ou também chamados de série temporal, são os históricos de vendas de uma empresa, onde é coletado e analisado através dos diversos tipos de métodos quantitativos. Através de leituras, percebeu-se que os principais métodos quantitativos utilizados são: a média móvel, a suavização exponencial e o método de Box-Jenkins.

Já o método qualitativo, segundo Goodwin (2002), utiliza a opinião de especialistas de processo para determinar a demanda futura. Este método também tem a função de refinar resultados gerados por métodos quantitativos, pelo fato de, até mesmo previsões vindas de métodos estatísticos, também podem depender de julgamento humano.

As técnicas qualitativas são mais rápidas de se preparar. Por este motivo elas são empregadas quando não se tem tempo para coleta e análise de dados da demanda passada (TUBINO, 2000).

Os principais tipos utilizados neste método são: pesquisa com consumidores e Método Delphi.

Embora existam todos estes tipos, neste trabalho só será utilizado o método quantitativo, pois foram conseguidos dados para aplicar modelos matemáticos.

Os tipos de previsão escolhidos para elaborar neste trabalho foram determinados a partir das características dos dados históricos (séries temporais) e das características dos modelos de previsão.

As séries temporais podem apresentar tendência, sazonalidade, ciclicidade e ruído. Suas diferenças podem ser vistas abaixo.

- a) **Tendência:** possui um padrão de movimento com direção clara, que pode ser ascendente ou descendente (MAKRIDAKIS *et al.*, 1998).
- b) **Sazonalidade:** possui um padrão de movimento que se repete dentro de um intervalo. E esses acontecimentos podem ser causados por: Temperatura, chuva, meses do ano, feriados, entre outros (MAKRIDAKIS *et al.*, 1998).

- c) **Ciclicidade:** segundo Makridakis *et al.* (1998), ela apresenta movimentos oscilatórios, assim como a sazonalidade, a diferença é que a ciclicidade não apresenta periodicidade fixa.
- d) **Ruído:** de acordo com Makridakis *et al.* (1998), é uma componente aleatória casual e imprevisível.

Após abordar o que as séries temporais podem apresentar, será apresentado os tipos de método quantitativo utilizado neste trabalho.

Através das características dos métodos e das séries temporais, foi identificado que o modelo a se utilizar neste trabalho seria o Método de Previsão com Suavização Exponencial.

Para Ballou (2001), o método de suavização exponencial exibe particularidades quando comparadas as outras, tais como: ser um método de implementação simples, ser considerado, atualmente, de grande aceitação entre os modelos concorrentes de sua classe, exigir apenas uma pequena quantidade de dados para sua aplicação e ter a propriedade de ser auto-adaptável às mudanças na série de dados.

A fórmula do método de previsão de demanda com suavização exponencial pode ser visto abaixo:

$$P_{t+1} = \alpha \cdot \bar{D} + (1 - \alpha) \cdot D_t \quad (1)$$

Onde:

$P_{t+1}$  = Previsão de demanda;

$\alpha$  = Constante de suavização exponencial ( $0 < \alpha < 1$ );

$\bar{D}$  = Demanda média no período;

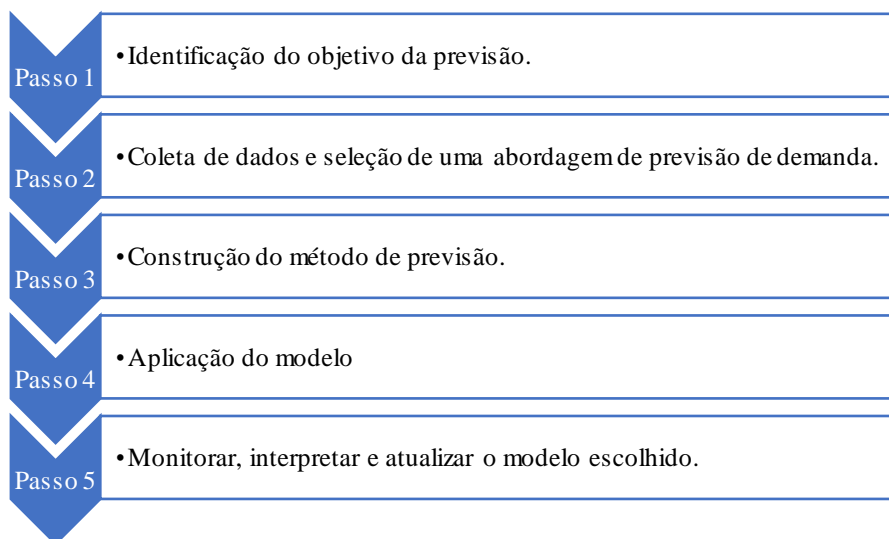
$D_t$  = Demanda real ocorrido no mês anterior;

Deve-se levar em conta que no primeiro mês a demanda real é igual a previsão.

A Constante de Suavização Exponencial deve ser escolhida de forma apropriada. Segundo Dias (1993), os valores da Constante de Suavização Exponencial são definidos por meio de cálculos matemáticos e estatísticos e, tipicamente, variam de 0,01 a 0,30. As constantes baixas geram resultados que tendem ao valor médio da série e constantes altas produzem uma maior variabilidade dos resultados. Caso a constante seja igual à zero, o modelo assemelhasse ao Modelo de Média Móvel. Alguns valores da Constante de Suavização Exponencial devem ser testados para cada série, a fim de que se determine a sensibilidade da previsão comparada aos valores reais (MCCLAVE; BENSON; SINCICH, 2004).

Existem cinco passos fundamentais que compõem o processo de previsão da demanda (FERNANDES; GODINHO, 2010). Os passos podem ser vistos na Figura 1.

Figura 1 – Passos para o processo de previsão de demanda



Fonte: Fernandes e Godinho (2010) adaptado

No passo 2, caso não se consiga a coleta de dados, pode-se optar por uma abordagem qualitativa. O modelo da escolha dos tipos mais adequados depende do manipulador, e do tipo da empresa (FERNANDES; GODINHO, 2010).

Neste trabalho não foram feitos os Passos 4 e 5. Foi elaborado, apenas, até o passo 3, onde foi construído o modelo de previsão e proposto qual seria o melhor. Como proposta para trabalho futuro, serão feitos os Passos 4 (aplicar o modelo) e 5 (monitorar, interpretar e atualizar o modelo escolhido).

## 2.2 Erro

Para auxiliar na identificação de qual método de previsão é melhor, será utilizado o erro relativo, assim, o que tiver menor erro, será o melhor, pois terá uma previsão próxima da demanda real. A fórmula do erro relativo pode ser vista abaixo:

$$\text{Erro Relativo} : \frac{|\text{Valor exato} - \text{Valor aproximado}|}{\text{Valor exato}} \quad (2)$$

Na linguagem de previsão de demanda fica:

$$\text{Erro Relativo} : \frac{|Demanda Real - Previsão de Demanda|}{Demanda Real} \quad (3)$$

### 3 Metodologia

Foi realizada uma abordagem de pesquisa do tipo estudo de caso, na qual foi feita uma análise aprofundada em uma fábrica de chuveiros, fazendo uma coleta de dados e tendo uma intensa interação do pesquisador com o objeto de pesquisa.

Para a construção e discussão do trabalho foram seguidos os cinco passos abordados por Fernandes e Godinho (2010). Porém, o quarto e quinto passo não foram feitos. Como proposta para trabalho futuro, serão feitos os Passos 4 (aplicar o modelo) e 5 (monitorar, interpretar e atualizar o modelo escolhido).

### 4 Discussão

Através de toda teoria e fórmulas apresentadas acima, foram identificados os objetivos da previsão, selecionados e elaborados os métodos, calculados os erros e, por fim, discutidos qual seria o melhor para a empresa. Tudo isso seguindo o passo a passo abordado por Fernandes e Godinho (2010).

#### 4.1 Passo 1

O objetivo da previsão é tentar encontrar outro método de previsão que possa apresentar uma melhor precisão na previsão. Com isso, mostrando um valor mais próximo do real.

#### 4.2 Passo 2

Os dados utilizados para este trabalho foram referentes ao ano de abril 2016 até março de 2017, com o objetivo de identificar o padrão de comportamento da série temporal. A priori pode ser visto a tabela com a produção real da empresa no Quadro 2.

Quadro 2 – Demanda real da linha de produção de um tipo de chuveiro

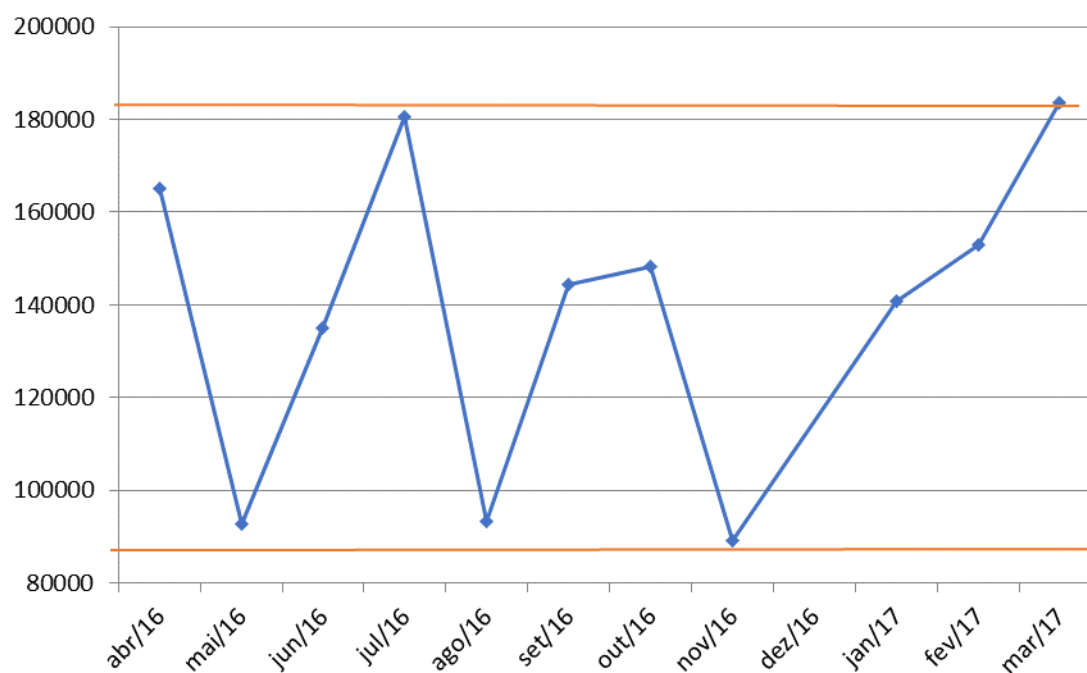
Mês	Demanda Real (unidades)
<b>Abr/16</b>	165039
<b>Mai/16</b>	92842
<b>Jun/16</b>	135038
<b>Jul/16</b>	180600
<b>Ago/16</b>	93212
<b>Set/16</b>	144342
<b>Out/16</b>	148137
<b>Nov/16</b>	89110
<b>Jan/17</b>	140825
<b>Fev/17</b>	152955
<b>Mar/17</b>	183611

Fonte: Autoria própria

Percebe-se que o mês de dezembro não está no Quadro 2, isso se deu devido a uma parada da empresa.

Após coletar a demanda real da linha de produção, foi elaborado o gráfico da demanda real na Figura 2 para facilitar a identificação do padrão de comportamento da série temporal.

Figura 2 – Gráfico da demanda real da linha de produção



Fonte: Autoria própria

Após a construção do gráfico de demandas do ano, foram observados os períodos que possuem maiores oscilações na demanda, e buscou-se identificar alguns motivos: isso pode ter sido causado devido à meses do ano, feriados, entre outros.

Com isso, a partir das séries temporais abordadas na fundamentação teórica, pode-se inferir que o tipo de série temporal da linha de produção é do tipo sazonal, pois possui um padrão de movimento que se repete dentro de um intervalo. Esse modelo de série temporal influenciou na escolha do modelo de previsão de demanda, pois a maioria dos modelos de previsão de demanda com suavização exponencial possui sazonalidade.

### 4.3 Passo 3

Após recolher os dados da demanda real e descobrir o tipo de série temporal, foram feitas as previsões de demandas com os três alfas diferentes (0,5; 0,7 e 0,9), utilizando a fórmula de suavização exponencial, a Equação 1. No Quadro 3 também pode ser visto na última coluna, os valores das previsões com o modelo atual da empresa.



Quadro 3 – Previsões de demanda com os diferentes alfas

Mês	Demanda Real	Previsão (Alfa 0,5)	Previsão (Alfa 0,7)	Previsão (Alfa 0,9)	Previsão (modelo atual)
<b>Abr/16</b>	165039	165039	165039	165039	125165
<b>Mai/16</b>	92842	151870	146602,4	141334,8	90160
<b>Jun/16</b>	135038	115771,5	124943,3	134115,1	65500
<b>Jul/16</b>	180600	136869,5	137602,1	138334,7	0
<b>Ago/16</b>	93212	159650,5	151270,7	142890,9	93212
<b>Set/16</b>	144342	115956,5	125054,3	134152,1	118000
<b>Out/16</b>	148137	141521,5	140393,3	139265,1	118500
<b>Nov/16</b>	89110	143419	141531,8	139644,6	92780
<b>Jan/17</b>	140825	113905,5	123823,7	133741,9	159800
<b>Fev/17</b>	152955	139763	139338,2	138913,4	200000
<b>Mar/17</b>	183611	145828	142977,2	140126,4	161000

Fonte: Autoria Própria

No Quadro 4, com os valores de previsões feitos, foram calculados os erros de cada modelo, com relação a demanda real, para assim poder comparar e ver qual o melhor método para a empresa.

Quadro 4 – Erros relativos de cada modelo de previsão comparado com a demanda real

Mês	Erro (Alfa 0,5)	Erro (Alfa 0,7)	Erro (Alfa 0,9)	Erro (modelo atual)
<b>abr/16</b>	0,0000	0,0000	0,0000	0,2416
<b>mai/16</b>	0,6358	0,5791	0,5223	0,0289
<b>jun/16</b>	0,1427	0,0748	0,0068	0,5150
<b>jul/16</b>	0,2421	0,2381	0,2340	1,0000
<b>ago/16</b>	0,7128	0,6229	0,5330	0,0000
<b>set/16</b>	0,1967	0,1336	0,0706	0,1825
<b>out/16</b>	0,0447	0,0523	0,0599	0,2001
<b>nov/16</b>	0,6095	0,5883	0,5671	0,0412
<b>jan/17</b>	0,1912	0,1207	0,0503	0,1347
<b>fev/17</b>	0,0862	0,0890	0,0918	0,3076
<b>mar/17</b>	0,2058	0,2213	0,2368	0,1231
<b>Média</b>	0,2788	0,2473	0,2157	0,2522

Fonte: Autoria própria

Pode-se inferir que o melhor método de previsão de demanda elaborado neste trabalho é o modelo de previsão de demanda com suavização exponencial de constante de suavização igual a 0,9. Com isso, pode ser proposta para a empresa a substituição do modelo atual de previsão de demanda para o modelo de suavização de alfa 0,9.

É possível notar que quanto maior o alfa, constante de suavização exponencial, o erro do modelo de previsão de demanda com suavização exponencial é menor, isso quer dizer que,

para conseguir chegar a um valor mais próximo do real é necessário usar um valor da constante que produza uma maior variabilidade dos resultados.

Foram testados valores da constante de suavização exponencial entre 0,1 e 0,3 inicialmente. Porém, percebeu-se que os erros davam maiores. Ou seja, utilizando os valores que Segundo Dias (1993) são os mais tipicamente utilizados, os erros iriam dar maiores. Por isso optou-se por maiores valores de alfa.

Também é possível notar que o modelo de previsão de suavização com o valor da constante de suavização exponencial de 0,5, o erro dá menor que o método atual, ou seja, tanto alfa igual a 0,9 ou 0,5 é um melhor método de previsão de demanda para a empresa.

## 5 Conclusões

Através das características dos métodos e das séries temporais, percebeu-se primeiramente que o melhor método a se utilizar para comparar com o método atual da empresa é o Modelo de Previsão de Demanda com Suavização Exponencial.

Com os dados coletados, foi construído os modelos de previsão de demanda com diferentes constantes de suavização exponencial, e, através dos dados, chegou-se a conclusão que o melhor método de previsão de demanda elaborado neste trabalho é o modelo de previsão de demanda com suavização exponencial de constante de suavização igual a 0,9. Também foi possível notar que o modelo de suavização com alfa igual a 0,5 foi superior ao modelo atual.

Feito isso, é proposto a empresa a substituição do modelo atual de previsão de demanda para o modelo de suavização exponencial de alfa 0,9.

É possível notar que quanto maior o alfa, constante de suavização exponencial, o erro do modelo de previsão de demanda com suavização exponencial é menor, isso quer dizer que, para conseguir chegar a um valor mais próximo do real é necessário usar um valor da constante que produza uma maior variabilidade dos resultados.

Em trabalhos futuros serão feitos os Passos 4 e 5, e assim concluir os passos que compõem o processo de previsão de demanda. Outra proposta é analisar os métodos de Planejamento Agregado e assim um comparativo entre o método de mão de obra constante que não permite falta e o método de mão de obra constante que permite falta, a fim de descobrir o método que possui o menor custo total para a empresa.

## Referências Bibliográficas

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial**. 4.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

- DIAS, M. A. P. **Administração de materiais: uma abordagem logística**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 1993.
- ELIKAI, F.; HALL JR. W.; ELIKAI, P.P. Managing and Improving the Forecasting Process. **The Journal of Business Forecasting Methods & Systems**, v.18, n. 1, p.15-19, 1999.
- FERNANDES, F.C. F; FILHO, M. G. **Planejamento e Controle da Produção: dos fundamentos ao essencial**. São Paulo: Atlas, 2010.
- GOODWIN, P. Integrating management judgment and statistical methods to improve short-term forecasts. **Omega**, v. 30, n. 2, p.127-135, 2002.
- LEMOS, F. O. **Metodologia para Seleção de Métodos de Previsão de Demanda**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Departamento de Engenharia de Produção e Transportes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- MARTINS, P. G. & LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 2.ed. São Paulo: Saraiva, 2005.
- MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S. C; HYNDMAN, R. J. **Forecasting: Methods and Applications**. 3.ed. New York: John Wiley & Sons, 1998.
- MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira, 2004.
- MOREIRA, D.A. **Administração da Produção e Operações**. 2.ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.
- PELEGRINI, F. R. **Metodologia para implementação de sistemas de previsão de demanda**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Departamento de Engenharia de Produção e Transportes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.
- SLACK, N.; CHAMBER, S.; HARLAND, C. HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção – teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2008.
- TUBINO, D. F. **Manual de planejamento e controle da produção**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2000.